

## Deformation detection method for civil engineering works

**Publication number:** FR2728677

**Publication date:** 1996-06-28

**Inventor:** DELMAS PHILIPPE; NANCEY ALAIN; DUCOL JEAN PAUL

**Applicant:** BIDIM GEOSYNTHETICS SA (FR)

**Classification:**

**- international:** E02D1/08; E02D33/00; G01B7/16; G01B11/16; G08B13/12; E02D1/00; E02D33/00; G01B7/16; G01B11/16; G08B13/02; (IPC1-7): G01B7/16; E02D33/00; G01B11/16; G01R19/145; G01B121/16

**- european:** E02D1/08; E02D33/00; G01B7/16; G01B11/16; G08B13/12

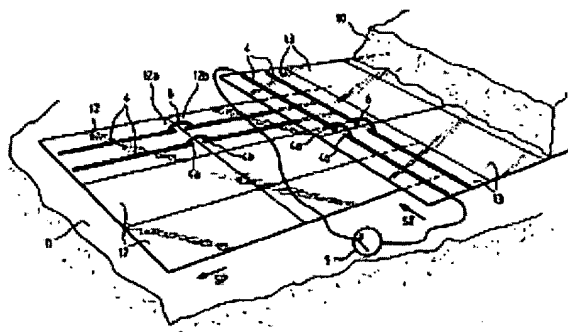
**Application number:** FR19940015394 19941221

**Priority number(s):** FR19940015394 19941221

[Report a data error here](#)

### Abstract of FR2728677

The method entails detecting deformations of a defined level in a civil engineering structure (10), applied to or contained in the engineering works, at least a geo-synthetic (1,12,13) contg. one or several parallel electrical or fibre optic wires (4) in two crossed layers, designed for signal transmission. The wires are calibrated to predetermined values of their rupture length corresponding to defined step levels. The deformation step is measured by transmitting signals into the wires and detecting the presence or absence of a response to the transmitted signals.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 728 677

②1 N° d'enregistrement national : 94 15394

⑤1 Int Cl<sup>6</sup> : G 01 B 7/16, 11/16, G 01 R 19/145, E 02 D  
33/00 G 01 B 121:16

**CETTE PAGE ANNULE ET REMPLACE LA PRECEDENTE**

⑫

**DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

**A1**

②2 Date de dépôt : 21.12.94.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 28.06.96 Bulletin 96/26.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : BIDIM GEOSYNTHETICS SA  
SOCIETE ANONYME — FR et LA MAILLE DES  
BUISSIÈRES — FR.

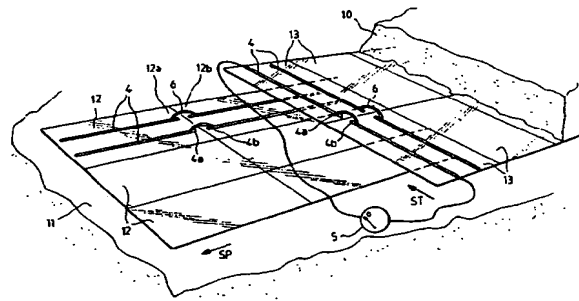
⑦2 Inventeur(s) : DELMAS PHILIPPE, NANCEY ALAIN  
et DUCOL JEAN PAUL.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : CABINET BEAU DE LOMENIE.

**⑤4 PROCÉDE DE DETECTION DE DEFORMATIONS A SEUILS DEFINIS D'UN OUVRAGE DE GENIE CIVIL.**

⑤7 L'invention concerne un procédé de détection de déformations à seuils définis d'un ouvrage de génie civil (10). On applique dans l'ouvrage (10) ou sous l'ouvrage au moins un géosynthétique (1) pourvu d'une pluralité de fils (4) sensiblement parallèles et susceptibles de transmettre des signaux. Ces fils (4) sont calibrés à des valeurs d'allongement de rupture prédéterminées et correspondant aux seuils définis. On mesure le seuil de déformation atteint en envoyant des signaux dans les fils et en détectant la présence ou l'absence de réponse à ces signaux. Avantageusement, les fils sont des fils électriques recouverts d'un isolant et on applique une tension électrique entre les extrémités de chacun des fils.



FR 2 728 677 - A1



La présente invention se rapporte à un procédé de détection de déformations, à seuils définis, d'un ouvrage de génie civil.

Lors des constructions des autoroutes ou des voies de chemin de fer, de nombreux travaux de génie civil sont réalisés afin de supporter l'infrastructure de la voie. Certains terrains comportent des cavités naturelles ou artificielles non répertoriées. Il peut donc se produire au cours de la construction de la nouvelle voie, ou de l'exploitation ultérieure de la voie, des effondrements imprévisibles de terrain, sous la voie, qui peuvent provoquer des accidents graves; par suite de la surcharge de ces zones fragiles, des infiltrations d'eau, de la sécheresse et des trépidations.

Pour éviter ces accidents, il serait nécessaire de procéder à des sondages systématiques du terrain avant de réaliser les travaux de génie civil. Ces sondages sont effectivement réalisés dans les terrains normalement sujets à effondrement. Toutefois, certains terrains sans risque d'éboulement naturel comportaient dans les temps anciens des ouvrages militaires enterrés qui se détériorent avec le temps et qui n'ont jamais été répertoriés.

Les sondages systématiques coûtent très chers et de plus, ils doivent être effectués à faible distance l'un de l'autre, sous la voie projetée et de chaque côté de celle-ci pour garantir une sécurité absolue.

Enfin, même en cas d'absence de cavités dans le terrain, le sol peut subir des tassements non uniformes sous certaines zones de la voie par suite des successions de périodes humides et de périodes de sécheresse, qui peuvent entraîner un affaissement, certes limité en amplitude, mais préjudiciable à la sécurité notamment lorsqu'il s'agit d'une voie destinée au passage de trains à grande vitesse.

Afin de limiter les risques d'effondrement des remblais, il est courant de disposer sur le sol et dans les remblais des nappes ou bandes de géosynthétique tissé ou non tissé qui permettent de rigidifier le remblai, notamment en cas d'affaissement du sol. Les fils du géosynthétique subissent alors des efforts considérables qui entraînent une déformation par allongement des fils et qui peuvent provoquer la rupture de ces derniers et l'effondrement du remblai.

Dans d'autres situations, il peut être nécessaire de construire des murs de soutènement ou des talus renforcés. En cas d'affaissement du terrain, il peut se produire un écroulement du mur. Dans ces conditions on utilise également des géosynthétiques pour renforcer le sol. Ces géosynthétiques ont pour fonction de

reprendre les efforts de traction et de limiter les déformations de l'ouvrage. L'invention s'applique également à ce type de problème.

Il est déjà connu par le document EP-A-0 307 986 un produit géotextile armé résistant aux animaux rongeurs et par EP-A-0 418 209 un géotextile équipé  
5 de fils électriques dénudés pour la détection de fuites dans un couche d'isolation. Ces documents n'enseignent pas que les fils puissent se rompre afin de détecter une déformation du géotextile.

Le but de la présente invention est de proposer un procédé qui permette de détecter des déformations à seuils définis d'un ouvrage de génie civil.

10 Selon l'invention on applique dans ledit ouvrage ou sous ledit ouvrage au moins un géosynthétique pourvu d'un fil ou d'une pluralité de fils sensiblement parallèles et susceptibles de transmettre des signaux, lesdits fils étant calibrés à des valeurs d'allongement de rupture prédéterminées et correspondant auxdits seuils définis, et on mesure le seuil de déformation atteint en envoyant des signaux dans  
15 lesdits fils et en détectant la présence ou l'absence de réponse à ces signaux.

Grâce à cette disposition, la mesure pour un seuil donné se fait par tout ou rien, ce qui évite les inconvénients des mesures analogiques ainsi que les parasites.

Avantageusement, on applique dans ou sous ledit ouvrage un ou plusieurs géosynthétiques pourvus d'une pluralité de fils formant deux nappes croisées de  
20 fils.

Avec cette disposition, il est possible de localiser l'endroit soumis à un seuil de déformation déterminé.

Ces fils peuvent être des fibres optiques par exemple.

Avantageusement, les fils utilisés sont des fils conducteurs d'électricité, et  
25 on applique une tension électrique entre les extrémités de chacun des fils.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple et en référence aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 représente en perspective un géosynthétique pourvu de fils  
30 électriques calibrés à des valeurs d'allongement de rupture pour la mise en oeuvre de l'invention ;

la figure 2 montre en perspective un ouvrage de génie civil équipé du géosynthétique de la figure 1.

Sur la figure 1, on a représenté par la référence 1 un produit géosynthétique  
35 utilisé pour la mise en oeuvre de l'invention. Ce géosynthétique se présente sous la forme d'une nappe ou d'une bande et est réalisé en un matériau résistant à la

traction et imputrescible. Il peut s'agir par exemple d'un produit géotextile constitué d'un tressage où des fils synthétiques 2 et 3 peuvent être considérés comme des fils de trame et des fils de chaîne. La méthode de tissage ou la façon dont sont reliés entre eux les fils synthétiques 2 et 3, qui sont en équerre l'un par rapport à l'autre, n'a pas d'importance. Le produit géotextile peut être aussi un  
5 géotextile non tissé ou un géotextile composite.

Les dimensions des mailles formées par les fils synthétiques 2, et 3, et les caractéristiques de ces fils synthétiques 2 et 3, sont choisis en fonction des critères d'utilisation du géotextile et des forces qui doivent être supportées par le géotextile  
10 avant la rupture des fils synthétiques 2 et 3. Dans le cas d'un non tissé, les caractéristiques en long et en travers du produit sont également choisies en fonction des critères d'utilisation du géosynthétique.

Le géosynthétique 1 décrit ci-dessus est destiné à être disposé sous ou dans un ouvrage de génie civil 10, un remblai de voie autoroutière ou de voie de chemin de fer par exemple, que l'on réalise au-dessus de la surface d'un sol naturel 11,  
15 comme on le voit sur la figure 2. Les nappes ou bandes 12 de géosynthétique 1 sont disposées côte à côte et bout à bout avec recouvrement de leurs bords respectifs, dans le sens SP de l'avancement du chantier. D'autres nappes ou bandes 13 de géosynthétique 1 peuvent être placées au-dessus des nappes ou bandes 12  
20 dans le sens transversal ST du remblai selon les besoins.

Selon l'invention, les nappes ou bandes 12 et 13 de géosynthétique sont pourvues d'une pluralité de seconds fils 4 parallèles et susceptibles de transmettre des signaux. Ces seconds fils 4 peuvent être avantageusement des fils électriques revêtus d'un isolant, solidarisés au géosynthétique 1 par tout moyen approprié, de  
25 telle manière qu'en cas de déformation du géosynthétique 1, par suite de l'effondrement du sol 11 par exemple, les fils électriques 4 situés au voisinage de la zone du géosynthétique 1 déformée, subissent un allongement correspondant.

Les fils électriques 4 d'un géosynthétique 1 sont calibrés à différentes valeurs d'allongement de rupture, choisies en fonction des sollicitations attendues : sollicitations à la mise en place dans le sol, sollicitations mécaniques, chimiques,  
30 etc. En d'autres termes, tous les fils électriques 4 équipant un géosynthétique 1 n'ont pas la même valeur d'allongement de rupture. Mais chaque fil électrique 4 a une valeur d'allongement de rupture calibrée et correspondant à un seuil déterminé de déformation du géosynthétique dans la direction des fils électriques 4. La  
35 rupture d'un fil électrique 4 signifie donc que le géosynthétique 1 s'est déformé dans la zone de la rupture du fil électrique 4 au delà d'un seuil de déformation

défini et correspondant à la valeur d'allongement de rupture de ce fil électrique 4. En pratique, les valeurs d'allongement de rupture des fils électriques 4 seront inférieures à la valeur d'allongement de rupture du géosynthétique dans la direction des fils électriques 4. De préférence, les fils électriques 4 sont disposés dans le sens  
5 de la longueur de la nappe ou bande 12, 13 de géosynthétique.

Le géosynthétique 1 peut comporter en variante, une deuxième série de fils électriques disposés transversalement, afin de permettre de localiser la position des déformations. On obtient les mêmes possibilités en disposant deux couches superposées et croisées de géosynthétique équipées chacune d'une série de fils  
10 électriques parallèles, comme on le voit sur la figure 2.

Lorsque deux bandes 12a et 12b de géosynthétique 1 sont disposées bout à bout, les fils électriques 4a de la bande 12a sont raccordés électriquement, par des moyens traditionnels et connus 6, aux fils électriques 4b correspondants de la bande 12b, de manière à réaliser un réseau de fils électriques parallèles et  
15 homogènes quant à leurs valeurs d'allongement de rupture.

L'absence ou la présence d'une rupture dans un fil électrique 4 peut être facilement détectée en appliquant une tension électrique entre les extrémités de ce fil. L'absence d'un courant signale une rupture, et la présence d'un courant signifie une non rupture du fil électrique 4 considéré.

20 On conçoit bien qu'en appliquant une tension électrique, successivement ou simultanément, sur les différents fils électriques parallèles, on puisse connaître le niveau de déformation de la bande de géosynthétique. Si de plus, il est prévu deux séries croisées de fils électriques, il est possible de connaître la position de la déformation.

25 La référence 5 représente un générateur de tension relié aux extrémités du fil électrique A. Le passage d'un courant dans le générateur 5 signale une non rupture du fil électrique A. L'absence de courant veut dire que le fil A est rompu.

30

35

## REVENDICATIONS

1. Procédé de détection de déformations, à seuils définis, d'un ouvrage de génie civil (10), caractérisé par le fait qu'on applique dans ledit ouvrage ou sous ledit ouvrage au moins un géosynthétique (1, 12, 13) pourvu d'un fil ou d'une pluralité de fils (4) sensiblement parallèles et susceptibles de transmettre des signaux, lesdits fils (4) étant calibrés à des valeurs d'allongement de rupture prédéterminées et correspondant auxdits seuils définis, et par le fait qu'on mesure le seuil de déformation atteint en envoyant des signaux dans lesdits fils (4) et en détectant la présence ou l'absence de réponse à ces signaux.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on applique dans ou sous ledit ouvrage un ou plusieurs géosynthétiques (1, 12, 13) pourvus d'une pluralité de fils (4) formant deux nappes croisées de fils.
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait que les fils (4) utilisés sont des fils conducteurs d'électricité, et par le fait qu'on applique une tension électrique entre les extrémités de chacun desdits fils (4)
- 15 4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait que les fils (4) utilisés sont des fibres optiques.
5. Géosynthétique pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait qu'il comporte au moins un fil calibré à une valeur d'allongement de rupture prédéterminée et susceptible de
- 20 transmettre des signaux.

25

30

35



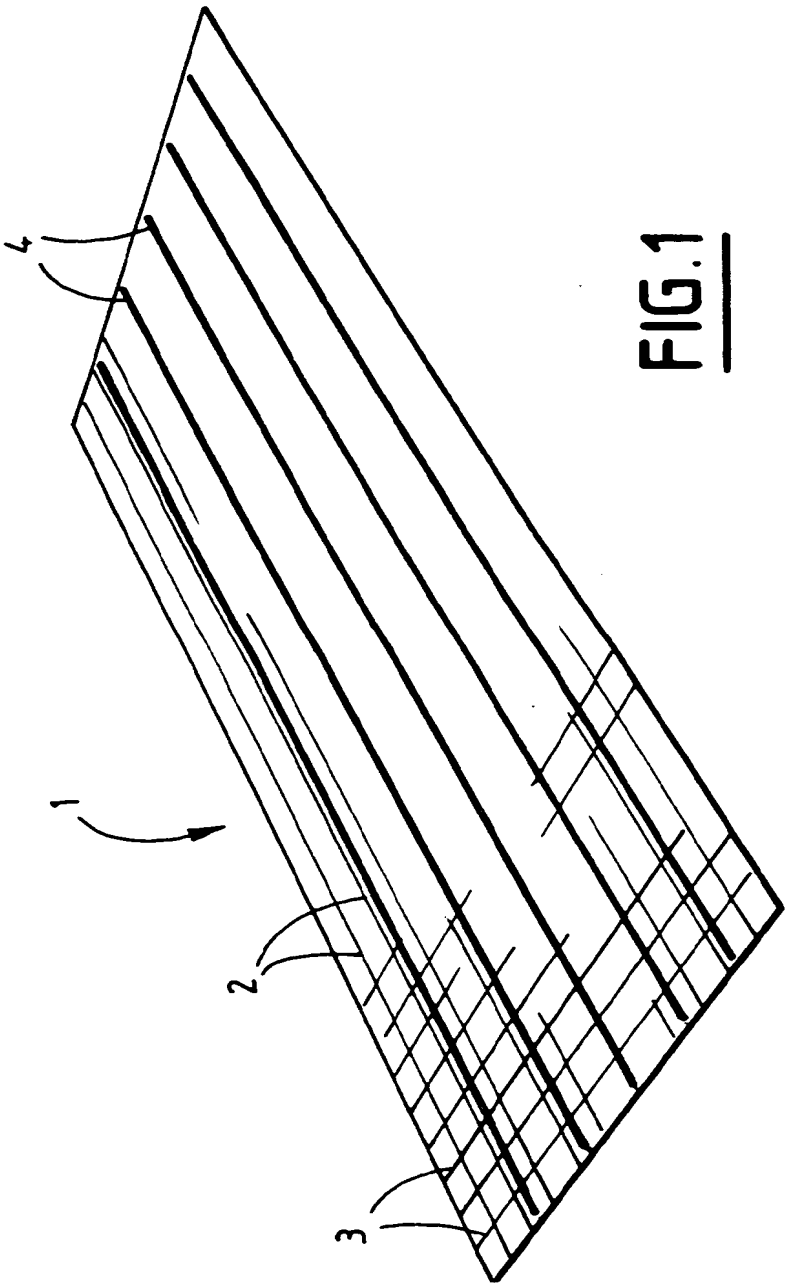
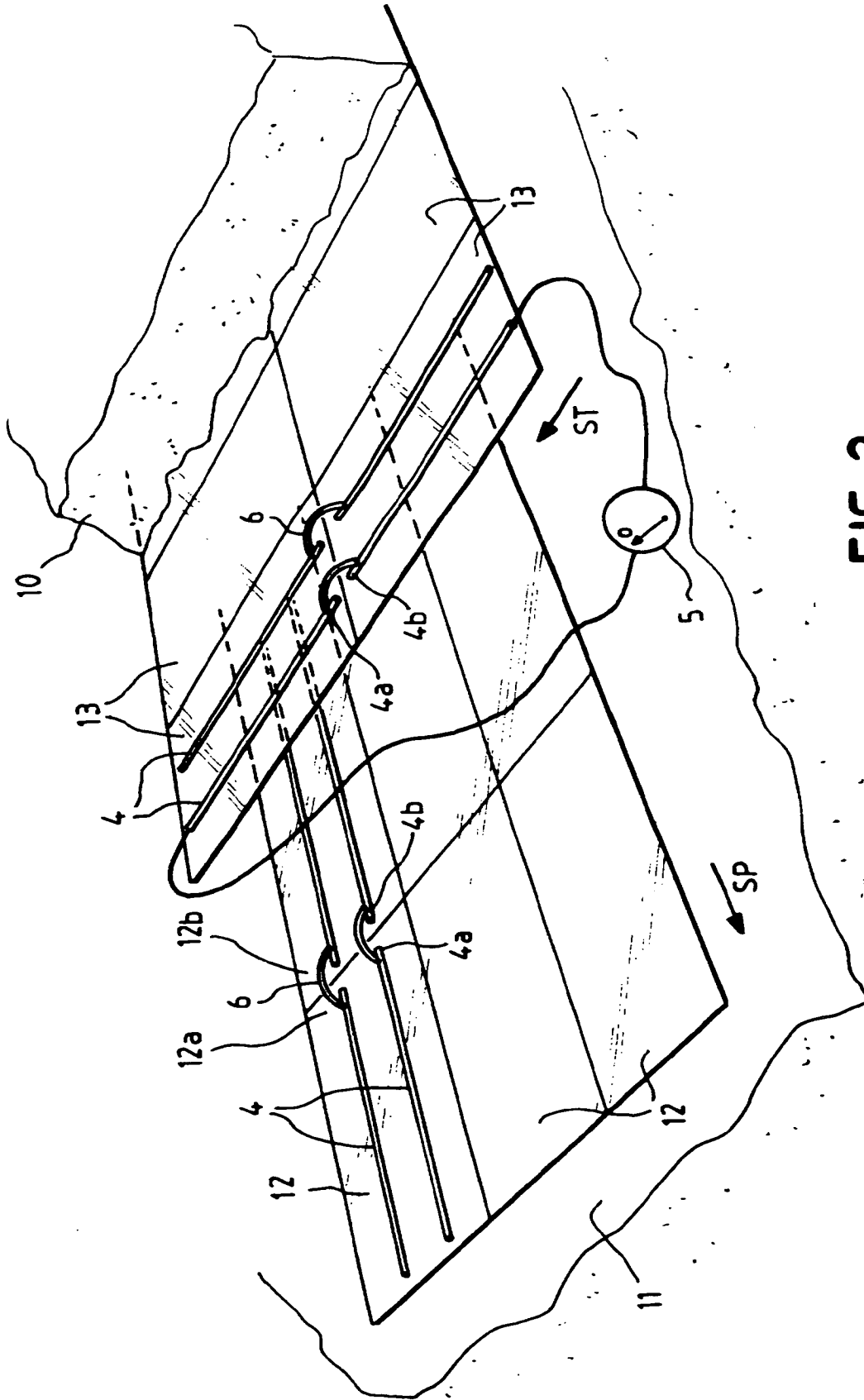


FIG. 1

2 / 2

**FIG. 2**

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 508712  
FR 9415394

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
Y	FR-A-2 626 665 (BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES.) * page 4, ligne 15 - ligne 26 *	1-5
Y	DE-A-31 11 858 (VEREINIGTE FLUGTECHNISCHE WERKE GMBH) * page 5 *	1-5
A	DE-A-36 28 083 (FELTEN & GUILLEAUME ENERGIETECHNIK AG.) * colonne 3 *	1,4
A	FR-A-2 418 441 (P. COVES) * revendications 1,2 *	1
A	GB-A-2 029 019 (BRITISH AEROSPACE) * revendication 1 *	1
A	SOVIET PATENT ABSTRACTS Section EI, Week 9335 20 Octobre 1993 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class S02, AN 93-279725 'Non-destructive monitoring of deformation of material - placing light guides in damping casing between layers of material and measuring intensity of passing light flux.' & SU-A-1 758 420 (UNIV ROST MECH APPL MATHS INST) , 30 Août 1992 * abrégé *	1,4
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		G01B G01L
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
29 Août 1995		Dietrich, A
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'un motif une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons A : membre de la même famille, document correspondant</p>		

3

RPO FORM 1503 03/91 (P04 C13)

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED Section EI, Week 8441 21 Novembre 1984 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class S02, AN 84-255418 'Transducer for registering fatigue cracks - has signal conductor and relays top start operation only after appearance of crack.' & SU-A-1 073 559 (KALININ COACH ENG) , 15 Février 1984 * abrégé *	1,5
A,D	EP-A-0 418 209 (SA UCD NV) * colonne 2 - colonne 3 *	1-5
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
29 Août 1995		Dietrich, A
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'un motif une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

3

EPO FORM 1500 (01.81) (P04C13)